

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 520 908 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.03.2000 Bulletin 2000/09

(51) Int. Cl.⁷: **H01Q 21/24**, H01Q 21/00,
H01Q 21/08

(21) Numéro de dépôt: **92401820.3**

(22) Date de dépôt: **26.06.1992**

(54) **Antenne réseau linéaire**

Lineare Gruppenantenne

Linear antenna array

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT SE

(30) Priorité: **28.06.1991 FR 9108080**

(43) Date de publication de la demande:
30.12.1992 Bulletin 1992/53

(73) Titulaire: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Mangenot, Cyril**
F-31400 Toulouse (FR)
• **Caille, Gérard**
F-31170 Tournefeuille (FR)
• **Mongrand, Paul**
F-31170 Tournefeuille (FR)

• **Gomez-Henry, Michel**
F-31240 L'Union (FR)

(74) Mandataire:
Smith, Bradford Lee et al
COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL
Dépt. Propr. Industrielle,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 317 414 **US-A- 4 929 959**

• **10TH ANNUAL INTERNATIONAL GEOSCIENCE
& REMOTE SENSING SYMPOSIUM IGARSS '90**
vol. III, Mai 1990, MARYLAND, US pages 2473 -
2476 ANDREWARTHA ET AL. 'ADVANCED SAR
DESIGN FOR MULTIPOLARISATION
OPERATION'

EP 0 520 908 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

5 **[0001]** L'invention concerne une antenne réseau linéaire à haute efficacité. Une telle antenne est particulièrement avantageuse dans le domaine des radars à synthèse d'ouverture ("Synthetic Aperture Radar" ou SAR) utilisés notamment dans le domaine spatial.

[0002] Les antennes utilisées pour de tels radars doivent posséder les propriétés suivantes :

- un gain élevé pour minimiser la puissance émise par le radar ;
- un lobe très fin dans le plan d'azimut (parallèle à l'orbite), de largeur variable pour maintenir une faute constante au sol dans le plan d'élévation (perpendiculaire à la trace) ;
- 10 - un balayage très élevé dans le plan d'élévation pour pouvoir accéder très rapidement à n'importe quel site (mission de surveillance) et viser les mêmes sites-test à faible puis forte incidence à 24 heures d'intervalle (observation de la végétation, séparation des effets du sol et du feuillage) ;
- un balayage peu élevé dans le plan d'azimut pour suivre une même zone afin d'augmenter la longueur synthétique de l'antenne et d'obtenir un pouvoir de résolution de quelques mètres parallèlement à l'orbite ;
- 15 - deux polarisations linéaires orthogonales (horizontale H et verticale V) pour séparer la rétrodiffusion du sol et celle de la couverture végétale ;
- un niveau de polarisation croisée très faible sur le domaine de balayage de l'antenne ;
- des éléments rayonnants de coût et de masse les plus faibles possibles vu leur grand nombre sur l'antenne.

20 **[0003]** Ces spécifications ne peuvent être tenues qu'avec une antenne à rayonnement direct de grande dimension constituée d'un très grand nombre d'éléments rayonnants planaires. En effet, la théorie des lobes de réseaux montre que, dès que l'angle maximum de dépointage de l'antenne (θ_{max}) dépasse quelques degrés, la distance d entre les points de commande de phase sur l'antenne doit vérifier la relation :

25

$$d \leq \frac{\lambda}{1 + \sin \theta_{max} - \sin (Bw/2)}$$

30 **[0004]** Avec Bw largeur à la base du lobe principal de l'antenne réseau lorsque celui-ci est pointé selon la normale à l'antenne.

[0005] Si on ne respecte pas cette condition, des lobes de réseau apparaissent dans le diagramme de rayonnement. Leur niveau est supérieur à celui demandé pour les lobes secondaires, ce qui diminue le gain de l'antenne et crée des ambiguïtés.

35 **[0006]** Une telle condition entraîne les conséquences suivantes :

- Pour le balayage en élévation, le pas doit être proche de $\lambda/2$.
- Pour le balayage en azimut, le faible dépointage est compatible avec un pas proche de λ .

40 **[0007]** Néanmoins, l'antenne ayant une grande longueur, pour générer un lobe fin dans le plan cette condition conduit à un nombre de sources prohibitif.

[0008] Trois solutions sont alors possibles pour réduire le nombre de commandes :

- un réseau raréfié qui rompt la périodicité de la loi d'éclairement et par conséquent détruit les lobes de réseau mais provoque une perte de gain très élevée.
- 45 - un réseau à pas non régulier, obtenu en augmentant progressivement la distance entre commandes de phase lorsqu'on s'éloigne du centre de l'antenne. Cette solution, pour ne pas baisser le gain de l'antenne, nécessite de réaliser de nombreux types d'éléments rayonnants différents, ce qui interdit le découpage de l'antenne en sous-panneaux tous identiques et augmente considérablement le coût.
- 50 - un réseau formé de sous-réseaux dont la loi d'éclairement dans le plan d'azimut doit être la plus proche possible de celle d'une ouverture uniforme de même longueur. Dans ce cas, pour une visée dans l'axe, les lobes de sous-réseaux de l'antenne sont annulés par les premiers zéros du diagramme du sous-réseau. Cette condition n'est plus vérifiée lors d'un faible balayage en azimut. On détermine alors, pour l'angle de dépointage azimut maximum, la longueur maximale des sous-réseaux pour maintenir les lobes de réseaux à un niveau inférieur à celui des lobes latéraux.
- 55

[0009] De même, on constate que, si aucun dépointage en azimut n'est spécifié, un sous-réseau de longueur égale à celle de l'antenne suffit. En pratique, la longueur des sous-réseaux est limitée par la taille des panneaux de l'antenne

(1 à 3 mètres) pour être compatible avec l'encombrement sous coiffe du lanceur.

[0010] Actuellement, l'ensemble de ces spécifications ne sont pas tenues pour les éléments rayonnants des radars à synthèse d'ouverture. En effet :

5 . Les guides à fentes, tels que décrits dans l'article intitulé "the planar array antennas for the european remote sensing satellite ERS-1" de Robert Peterson et Per Ingvarson publié dans "Proceedings of IGARSS 1988", utilisés notamment sur ERS-1 (1991), RADARSAT (1995) et SIR-C (X-SAR), malgré leurs faibles pertes ne permettent pas de réaliser aisément la bipolarisation car il faudrait intercaler deux guides différents rayonnant l'un en polarisation H et l'autre en polarisation V dans le pas d'un réseau très réduit à cause du fort balayage en élévation. De plus, si
10 un balayage en azimut est spécifié, pour limiter le niveau des lobes de réseau, ces guides doivent être coupés en petits tronçons ce qui rend notablement plus complexe leur réalisation et diminue leur intérêt. Cette technologie n'est intéressante que pour les radars possédant une polarisation en bande C ou dans des fréquences supérieures, sans balayage dans le plan d'azimut.

15 . Les éléments rayonnants imprimés sur nid d'abeilles en bandes L et S, tels que décrits dans l'article intitulé "SEASAT and SIR-A microstrip antennas" de L.R. Murphy paru dans "Proceedings of Workshop on printed antennas technology" (Las Cruces; 1979; pages 18-1 à 18-20), utilisés sur SEASAT (1978), SIR-A (1981), SIR B (1984) et J. ERS (japonais 1992) sont plus légers que les guides et permettent une bipolarisation. Cependant leurs pertes linéiques sont élevées. Ceci limite donc la longueur des sous-réseaux à quelques longueurs d'onde (10λ au maximum); ces pertes ne permettant pas d'obtenir un éclairage uniforme sur le sous-réseau.

20 **[0011]** Le document EP 317 414 A1 décrit une antenne plane à microruban suspendu, et plans de masse autoporteurs à fentes rayonnantes épaisses, sans plots de positionnement. Cette antenne est destinée aux applications sol de grande consommation, par exemple la réception de télévision par satellite, et sa conception vise surtout un faible coût de réalisation.

25 **[0012]** L'antenne à réseau linéaire de l'invention a pour objet de satisfaire toutes ces spécifications.

[0013] L'invention propose, en effet, une antenne réseau linéaire composée d'un élément rayonnant formé d'un alignement de fentes annulaires excitées par au moins un élément répartiteur, caractérisée en ce que cet élément répartiteur est un répartiteur enterré, incluse dans l'élément rayonnant, et donc invisible de la face rayonnante de ladite antenne; de manière à éviter tout rayonnement parasite issu dudit répartiteur. Une telle antenne est prévue pour rayonner (ou recevoir) simultanément dans deux polarisations linéaires, ou pour rayonner (ou recevoir) simultanément à
30 deux polarisations circulaires (droite et gauche).

[0014] Dans une réalisation avantageuse utilisant seulement trois niveaux de conducteurs ladite antenne comprend un radome intégré et un étage répartiteur. Avantageusement ladite antenne ne comprend que des substrats de faible épaisseur, et donc de faible masse, espacés par des entretoises conductrices sans continuité mécanique dans le plan
35 du réseau, de manière à éviter les dilatations différentielles avec les substrats. Avantageusement ladite antenne comprend des blindages, entre polarisations d'un sous-réseau et entre sous-réseaux adjacents, des éléments rayonnants et des répartiteurs de manière à éviter tout couplage entre ceux-ci.

[0015] Dans une réalisation particulière de l'invention, l'antenne est une antenne large bande utilisant des disques résonants gravés sur l'étage répartiteur, résonant à une fréquence proche de celle des fentes annulaires.

40 **[0016]** Dans une autre réalisation particulière de l'invention; l'antenne est une antenne bi-bande utilisant des disques résonants gravés, sur l'étage répartiteur, résonant à une fréquence éloignée de celle des fentes annulaires.

[0017] Une telle antenne présente de nombreux avantages; Elle permet d'obtenir notamment :

- de faibles pertes,
- 45 - un faible niveau de polarisation croisée sur le domaine de balayage,
- une utilisation en bipolarisation : l'antenne réseau selon l'invention pouvant rayonner (ou recevoir) simultanément dans deux polarisations linéaires ou circulaires (droite et gauche);
- un large domaine de balayage en élévation;
- une longueur importante des sous-réseaux;
- 50 - un gain élevé;
- des pertes par dépointage similaires dans les deux polarisations.

[0018] Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- 55 - la figure 1 illustre une vue éclatée d'un tronçon de sous-réseau d'une réalisation de l'antenne selon l'invention;
- les figures 2 et 3 illustrent deux vues éclatées de tronçons de sous-réseaux de réalisations de deux variantes de l'antenne selon l'invention;

- les figures 4 et 5 illustrent respectivement les diagrammes de rayonnement pour les polarisations horizontale et verticale,
- les figures 6 et 7 illustrent deux autres variantes de l'antenne selon l'invention.

5 **[0019]** L'antenne selon l'invention est une antenne réseau linéaire composée d'un alignement de fentes annulaires excitées par au moins un élément répartiteur enterré, inclus dans l'élément rayonnant, et donc invisible de la face rayonnante de ladite antenne; de manière à éviter tout rayonnement parasite issu dudit répartiteur.

[0020] Une telle antenne est prévue pour rayonner (ou recevoir) simultanément dans deux polarisations linéaires; ou pour rayonner (ou recevoir) simultanément dans deux polarisations circulaires (droite et gauche).

10 **[0021]** La figure 1 illustre un tronçon de sous-réseau d'une telle antenne qui comprend :

- une demi-coquille inférieure 10 en matériau conducteur (aluminium, fibre de carbone métallisée, ou plastique conducteur par exemple) dans laquelle est réalisée la cavité 11 des éléments rayonnants et le conduit 12 des répartiteurs des deux polarisations;
- 15 - un premier substrat 13 très mince (par exemple d'environ 0,1 mm d'épaisseur), possédant un coefficient de dilatation proche de celui du matériau des demi-coquilles, sur lequel sont gravés, en face supérieure, les répartiteurs H et V 14;
- une demi-coquille supérieure 15 dans laquelle est réalisée le conduit 16 des répartiteurs des deux polarisations et percée (17) la partie supérieure de la cavité.
- 20 - un second substrat 18 identique au premier substrat dont une face supérieure 19 est entièrement découvrée et l'autre 20 contient les fentes annulaires gravées 21. Ce substrat a pour but de centrer les fentes annulaires au-dessus des cavités et d'assurer une fonction de radôme.

[0022] Pour un fonctionnement en "triplaque suspendu" les deux demi-coquilles 10 et 15 doivent être reliées au même potentiel. Ceci est assuré par le premier substrat grâce à la métallisation des surfaces en regard avec les deux demi-coquilles et à la présence d'un grand nombre de trous métallisés situés sur la périphérie des cavités, reliant ces deux surfaces.

[0023] Une telle antenne a été réalisée et testée sur des sous-réseaux de 10, 12 et 24 fentes annulaires. L'adéquation entre les spécifications du sous-réseau et ses différents éléments constitutants est donné ci-dessous; un tel sous-réseau permet d'obtenir :

- de faibles pertes : le répartiteur en technologie triplaque suspendu sur substrat très mince et de faible tangente de perte avec des parois argentées assure parfaitement cette fonction. L'élément rayonnant est réalisée dans la même technologie.
- 35 - un faible niveau de polarisation croisée sur le domaine de balayage : Grâce à l'utilisation d'une technologie triplaque, on évite le rayonnement parasite des lignes et des coudes d'un répartiteur gravé sur le plan rayonnant. On génère un diagramme différence sur la polarisation croisée, grâce à des répartiteurs symétriques par rapport à l'axe du réseau. Ceci permet d'annuler le niveau, déjà faible, de polarisation croisée des fentes annulaires sur tout le domaine de balayage.
- 40 - une utilisation en bipolarisation : l'excitation des fentes annulaires est obtenue par deux polarisations linéaires orthogonales ou par deux polarisations circulaires en insérant un coupleur 3 dB à deux sorties déphasées de 90° au centre du sous-réseau rayonnant.
- un large domaine de balayage en élévation : L'utilisation de canaux pour les répartiteurs permet une très grande compacité sur le sous-réseau sans risque de couplage entre polarisations. Le pas dans le plan d'élévation est ainsi considérablement réduit et autorise un large dépointage en élévation.
- 45 - une longueur importante des sous-réseaux : Les faibles pertes du répartiteur assurent un éclairage quasi-uniforme en amplitude et en phase du sous-réseau. Sa longueur n'est limitée que par la modification de la loi d'éclairage sur la bande passante du sous-réseau.
- un gain élevé : une adaptation parfaite de la directivité de l'élément rayonnant à celle de la maille du réseau est obtenue grâce à l'utilisation d'une cavité concentrique dont le diamètre permet d'ajuster très précisément cette grandeur. Le domaine de réglage est compris entre 6 dBi pour des fentes quasi-découplées de la cavité dont le périmètre, à la résonance, correspond à la largeur d'onde guidée λ_g , et 9 dBi pour des fentes résonant à $1,5 \lambda_g$. On couvre ainsi le domaine des mailles carrées de $0,56$ à $0,8 \lambda$ requises pour de tels réseaux.
- 50 - des pertes par dépointage similaires dans les deux polarisations : Les fentes annulaires sur cavité ont un diagramme à quasi-symétrie de révolution. Dans le plan d'élévation, le diagramme est donc invariant avec la polarisation, ce qui garantit les mêmes pertes sur le domaine de balayage.
- 55 - des sous-réseaux de faibles coût et masse.

[0024] Une réalisation particulièrement avantageuse de l'antenne selon l'invention est représentée sur la figure 2. Pour obtenir une faible masse, l'antenne est constituée de trois substrats, d'environ 0,1 mm d'épaisseur, dont les fonctions sont les suivantes :

- 5 . un substrat inférieur 25 ayant :
 - * une face inférieure 26 localement cuivrée (zone 27) autour des connecteurs d'alimentation RF 28 et 29, collée au panneau structural;
 - * une face supérieure 30 entièrement cuivrée (sauf épargne d'alimentation RF), utilisée comme plan de masse;
 - 10 * des trous métallisés 31 reliant les deux surfaces.
- . un substrat intermédiaire 32 ayant :
 - * une face inférieure 33 cuivrée sur les surfaces en regard avec les cloisons formées par des entretoises conductrices 41;
 - 15 * une face supérieure 34 cuivrée sur les surfaces 42 en regard avec les cloisons et sur les circuits 35 de répartition H et V;
 - * des trous métallisés 44, assurant la liaison électrique entre les deux plans de masse, qui sont disposés à la verticale des cloisons formées par les entretoises 41; (les trous 36 servent pour la soudure des âmes des connecteurs 28 et 29 alimentant les répartiteurs H et V 35);
 - 20
- . un substrat supérieur 37 ayant :
 - * une face inférieure 38 entièrement cuivrée sauf aux endroits des fentes annulaires 39 et servant de plan de masse au triplaqué;
 - 25 * une face supérieure 40 entièrement décuiivée et faisant fonction de radôme.

[0025] Ces trois substrats 25, 32 et 37 sont espacés par les entretoises conductrices 41, par exemple en aluminium, qui délimitent les cavités des fentes annulaires et les canaux des répartiteurs.

30 **[0026]** L'assemblage peut être réalisé en une seule opération par brasage au four après dépôt d'une préforme de soudure aux interfaces entre les entretoises et les substrats cuivrée, ou par étamage des entretoises. Les matériaux et procédés utilisés dans une telle réalisation garantissent de très bonnes performances en coût et masse des sous-réseaux.

35 **[0027]** Au niveau thermique, les entretoises de faibles dimensions et sans continuité dans le plan du réseau permettent d'utiliser des matériaux à coefficient de dilatation faible, compatibles par exemple avec un panneau structural en carbone assurant une grande rigidité à l'antenne.

[0028] Dans le cas où un dépointage en azimut est spécifié, les sous-réseaux sont beaucoup plus courts, ce qui autorise de prévoir une antenne avec des pertes ohmiques légèrement plus élevées.

40 **[0029]** Une variante de l'antenne précédente est présentée sur la figure 3. L'antenne n'est alors constituée que de deux parties :

- une partie inférieure 45 en matériau conducteur : le plan de masse est réalisé par un substrat 43 de faible épaisseur sur lequel sont brasées les entretoises 46;
- une partie supérieure 47 en matériau diélectrique; C'est un substrat qui contient sur la face supérieure 48 les fentes annulaires 49 et sur la face inférieure 50 les répartiteurs de polarisation 51 et 52 et les excitateurs 53 de fentes. La continuité de la cavité des fentes annulaires dans le substrat est assurée par des trous métallisés 54 qui relient les entretoises au plan de masse des fentes. L'alimentation des répartiteurs se fait par sonde coaxiale à travers deux trous métallisés 55 et 56 pour la continuité de masse entre la sonde et le triplaqué.
- 45

50 **[0030]** Cette variante de l'invention conserve toutes les propriétés de l'antenne représentée sur la figure 1. Seules les pertes ohmiques sont légèrement augmentées au profit d'une simplification de réalisation. Cette augmentation des pertes tout à fait acceptable pour des sous-réseaux courts ($< 10 \lambda$) est due à l'utilisation :

- d'un répartiteur "triplaqué suspendu" où l'énergie micro-onde se propage essentiellement dans le vide car les lignes sont supportées par un substrat très fin (environ 0,1 mm);
- 55 - d'un répartiteur "micro-ruban inversé" où la propagation se fait en grande partie dans le substrat diélectrique d'épaisseur plus forte (environ 1 mm).

[0031] L'invention permet, ainsi, dans l'une quelconque de ces réalisations de former une antenne radar spatial à synthèse d'ouverture comprenant un réseau de $1,33 \times 10 \text{ m}^2$ composé de sous-panneaux de $0,66 \times 1 \text{ m}^2$.

[0032] Le balayage en élévation nécessitant un pas entre les sous-réseaux d'environ $0,7 \lambda$ à 5,3 GHz, aucun balayage en azimut n'étant spécifié, pour éviter un étage répartiteur supplémentaire alimentant des éléments rayonnants de faible longueur, des sous-réseaux bipolarisés de la longueur du panneau (environ 1 m) sont donc les mieux adaptés. L'invention permet de satisfaire toutes ces spécifications avec des sous-réseaux de 24 fentes annulaire.

[0033] L'antenne assure donc les fonctions d'élément rayonnant et de répartiteur sur un seul niveau. Les espaces inférieurs et supérieurs sont réalisés par des demi-coquilles en aluminium assemblées par vis. L'excitation des deux polarisations est réalisée par sondes coaxiales miniatures placées près du centre du réseau.

[0034] Les diagrammes de rayonnement pour les polarisations horizontale et verticale sont donnés sur les figures 4 et 5. Les diagrammes de polarisation normale 60 et 61 dans les plans d'azimut sont très proches de ceux d'une ouverture équi-amplitude équi-phase comme le montrent les indicateurs à $3,22^\circ$ qui correspondent aux premiers nuls d'une telle ouverture. Les diagrammes de polarisation croisée 62 et 63 dans l'axe sont inférieurs à 30 dB/max sur toute la bande passante. Pour juger de la qualité de l'antenne, les gains des deux polarisations doivent être comparés à la directivité théorique D de la maille du réseau donnée par la formule :

$$D = 10 \log \frac{4\pi S}{\lambda^2} = 22,1 \text{ dB}; S \text{ étant la surface de l'antenne.}$$

[0035] On obtient alors respectivement, en polarisations horizontale et verticale, des pertes de 1,5 dB et de 2,5dB par rapport à cette grandeur. Ces pertes incluent :

- Les erreurs d'excitation des 24 fentes vis-à-vis d'une loi équi-amplitude et équi-phase;
- Les pertes dues à la polarisation croisée;
- Les pertes ohmiques;
- Les pertes de désadaptation en entrée.

[0036] Ces résultats permettent de juger de l'intérêt de l'invention pour la réalisation de sous-réseaux linéaires d'antennes.

[0037] L'invention permet d'obtenir une antenne à double résonateur, comme représenté sur les figures 6 et 7 : Afin d'augmenter la bande passante, ou de faire fonctionner l'antenne à deux fréquences espacées, il est possible de placer en bout des lignes-répartiteurs, telles que représentées sur les figures 2 et 3, dans le même plan que celles-ci, des disques 65 dont le diamètre est ajusté de façon à ce qu'ils résonnent à une fréquence F2 différente de la fréquence de résonance F1 de la fente annulaire située au-dessus.

- Si F2 est proche de F1, on peut ainsi faire fonctionner l'antenne sur une large bande.
- Si F2 est éloignée de F1, on obtient une antenne bi-bande; chacun des deux répartiteurs étant adapté à une bande particulière et excitant une des deux fentes annulaires.

[0038] Une telle réalisation est compatible avec les deux variantes de l'invention représentées précédemment: Dans la variante triplaque suspendu les fentes annulaires supplémentaires sont gravées soit sur la face supérieure soit sur la face inférieure du substrat supérieur. Sur les figures 6 et 7 les variantes prises en compte sont respectivement celles illustrées aux figures 2 et 3; le substrat supérieur 37' représenté à la figure 6 étant muni, sur sa face supérieure 67, de fentes 69; des trous métallisés 66 étant prévus pour permettre la liaison masse fente-masse triplaque.

Revendications

1. Antenne réseau linéaire composée d'un alignement de fentes annulaires (21, 39, 49) portées sur un substrat (18,37,47) coopérant avec des cavités (11) et des éléments d'excitation (53) de fentes prévus pour faire rayonner l'antenne simultanément suivant deux polarisations, les cavités (11) étant délimitées par des entretoises (41) sans continuité mécanique dans le plan du réseau qui séparent un plan de masse (30,43) et une feuille de circuits imprimée (13,32,47) portant les éléments d'excitation (53) et des circuits de répartition des polarisations (14,35,51,52) du type enterrés, caractérisée en ce que la face de la feuille de circuits imprimée portant les éléments d'excitation est invisible de la face rayonnante de l'antenne et en ce que les entretoises séparatrices (41) délimitent aussi des canaux (16) pour les circuits des répartiteurs évitant les couplages entre polarisations.

2. L'antenne suivant la revendication 1, dans laquelle ledit substrat (47) portant lesdites fentes annulaires (49) est

également ladite feuille de circuits imprimés (47) portant les éléments d'excitation (53).

3. L'antenne suivant la revendication 1, dans laquelle ledit substrat (18,37) portant lesdites fentes annulaires (21,39) est différent de ladite feuille de circuits imprimés (13,32) portant les éléments d'excitation (53).

5 4. L'antenne suivant la revendication 1, dans laquelle la feuille de circuits imprimée (13,32) portant les éléments d'excitation des fentes et les circuits des répartiteurs est enfermée entre deux demi-coquilles (10,15) en matériau conducteur.

10 5. L'antenne selon la revendication 4, dans laquelle chaque demi-coquille est constituée d'un substrat (25,37) ayant une face sur laquelle sont fixées les entretoises (41).

15 6. L'antenne selon la revendication 1, dans laquelle la feuille de circuit imprimée (47) a une face (48) portant les fentes annulaires (49) et une face opposée(50) portant les éléments d'excitation (53) des fentes et les circuits des répartiteurs enterrés (51,52), cette face opposée (50) étant posée sur une coquille (45) constituée d'un substrat (43) sur lequel sont brasées les entretoises (46).

20 7. L'antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle des disques résonants (65) sont gravés sur la face de la feuille de circuits imprimée portant les éléments d'excitation des fentes et les circuits des répartiteurs.

Claims

25 1. A linear antenna array composed of a row of annular windows (21, 39, 49) carried on a substrate (18, 37, 47) cooperating with cavities (11) and window excitation elements (53) provided to cause the antenna to radiate simultaneously with two polarizations, the cavities (11) being defined by spacers (41) without mechanical continuity in the plane of the array, which spacers separate a ground plane (30, 43) and a printed circuit sheet (13, 32, 47) carrying the excitation elements (53) and buried-type feeder circuits (14, 35, 51, 52) for both polarizations, the antenna array being characterized in that the face of the printed circuit sheet carrying the excitation elements is invisible from the radiating face of the antenna, and in that the separator spacers (41) also define channels (16) for the feeder circuits avoiding coupling between polarizations.

30 2. The antenna according to claim 1, in which said substrate (47) carrying said annular windows (49) is also said printed circuit sheet (47) carrying the excitation elements (53).

35 3. The antenna according to claim 1, in which said substrate (18, 37) carrying said annular windows (21, 39) is different from said printed circuit sheet (13, 32) carrying the excitation elements (53).

40 4. The antenna according to claim 1, in which the printed circuit sheet (13, 32) carrying the excitation elements of the windows and the feeder circuits is enclosed between two half shells (10, 15) of conductive material.

5. The antenna according to claim 4, in which each half shell is constituted by a substrate (25, 37) having a face on which the spacers (41) are fixed.

45 6. The antenna according to claim 1, in which the printed circuit sheet (47) has a face (48) carrying the annular windows (49) and an opposite face (50) carrying the window excitation elements (53) and the buried feeder circuits (51, 52), said opposite face (50) being placed on a shell (45) constituted by a substrate (43) on which the spacers (46) are soldered.

50 7. The antenna according to any preceding claim, in which resonant disks (65) are etched on the face of the printed circuit sheet carrying the window excitation elements and the feeder circuits.

Patentansprüche

55 1. Lineare Gruppenantenne, die aus einer Aneinanderreihung von auf einem Substrat (18, 37, 47) getragenen Ringspalten (21, 39, 49) besteht, die mit Hohlräumen (11) und Erregungselementen (53) für Spalten zusammenarbeiten, die dafür vorgesehen sind, die Antenne gleichzeitig gemäß zweier Polarisationen strahlen zu lassen, wobei die Hohlräume (11) von Zwischenstücken (41) ohne mechanische Kontinuität in der Ebene der Gruppe begrenzt sind, die eine Masseebene (30, 43) und eine gedruckte Schaltungsfolie (13, 32, 47) trennen, die die Erregungselemente

(53) und Schaltungen (14, 35, 51, 52) zur Verteilung der Polarisierungen vom eingebetteten Typ tragen, dadurch gekennzeichnet, dass die Fläche der gedruckten Schaltungsfolie, die die Erregungselemente trägt, für die strahlende Fläche der Antenne unsichtbar ist und dass die trennenden Zwischenstücke (41) auch Kanäle (16) für die Schaltungen der Verteiler begrenzen, die die Kopplungen zwischen Polarisierungen vermeiden.

5

2. Antenne nach Anspruch 1, bei welcher das Substrat (47), das die Ringspalte (49) trägt, auch die gedruckte Schaltungsfolie (47) ist, die die Erregungselemente (53) trägt.

10

3. Antenne nach Anspruch 1, bei welcher das Substrat (18, 37), das die Ringspalte (21, 39) trägt, von der gedruckten Schaltungsfolie (13, 32) verschieden ist, die die Erregungselemente (53) trägt.

15

4. Antenne nach Anspruch 1, bei welcher die gedruckte Schaltungsfolie (13, 32), die die Erregungselemente für die Spalte und die Schaltungen der Verteiler trägt, zwischen zwei Halbschalen (10, 15) aus leitendem Material eingeschlossen ist.

20

5. Antenne nach Anspruch 4, bei der jede Halbschale aus einem Substrat (25, 37) mit einer Fläche besteht, auf welcher die Zwischenstücke (41) angebracht sind.

25

6. Antenne nach Anspruch 1, bei der die gedruckte Schaltungsfolie (47) eine Fläche (48), die die Ringspalte (49) trägt, und eine entgegengesetzte Fläche (50) aufweist, die die Erregungselemente (53) für die Spalte und die Schaltungen (51, 52) der eingebetteten Verteiler trägt, wobei diese entgegengesetzte Fläche (50) auf eine Schale (45) gelegt ist, die aus einem Substrat (43) besteht, auf welche die Zwischenstücke (46) gelötet sind.

30

7. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der mitschwingende Scheiben (65) auf die Fläche der gedruckten Schaltungsfolie geätzt sind, die die Erregungselemente für die Spalte und die Schaltungen der Verteiler trägt.

35

40

45

50

55

FIG. 1

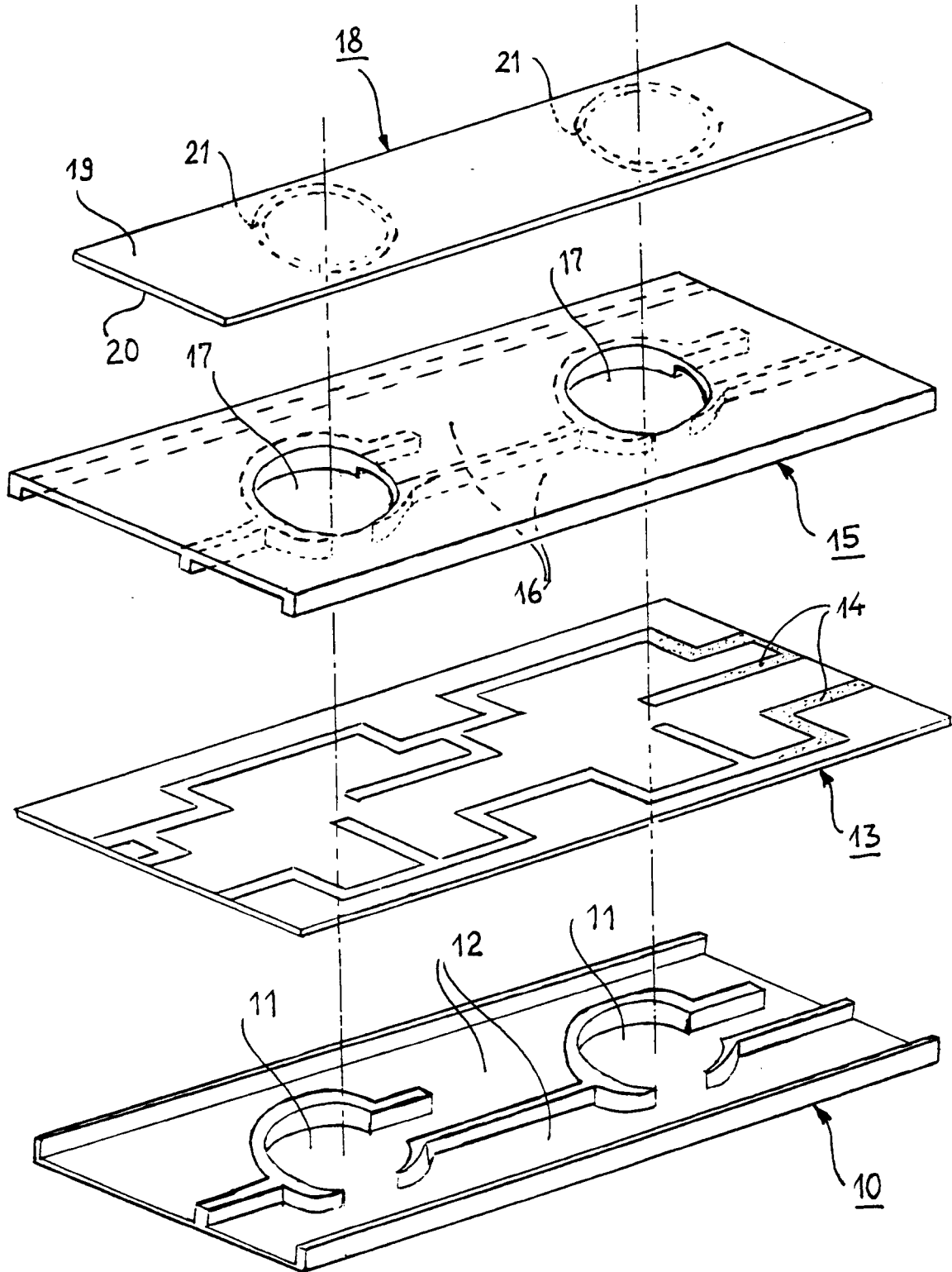


FIG. 2

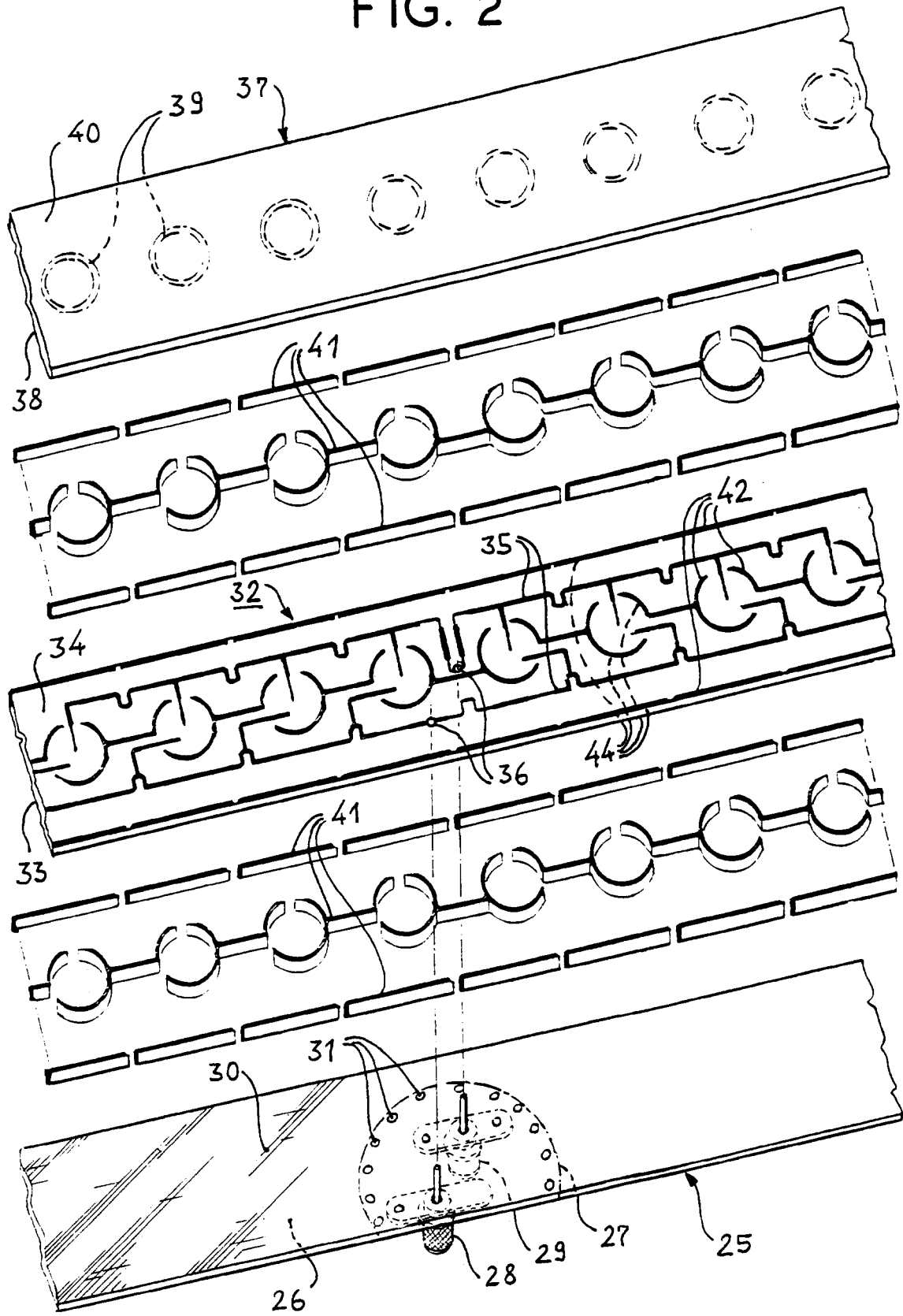
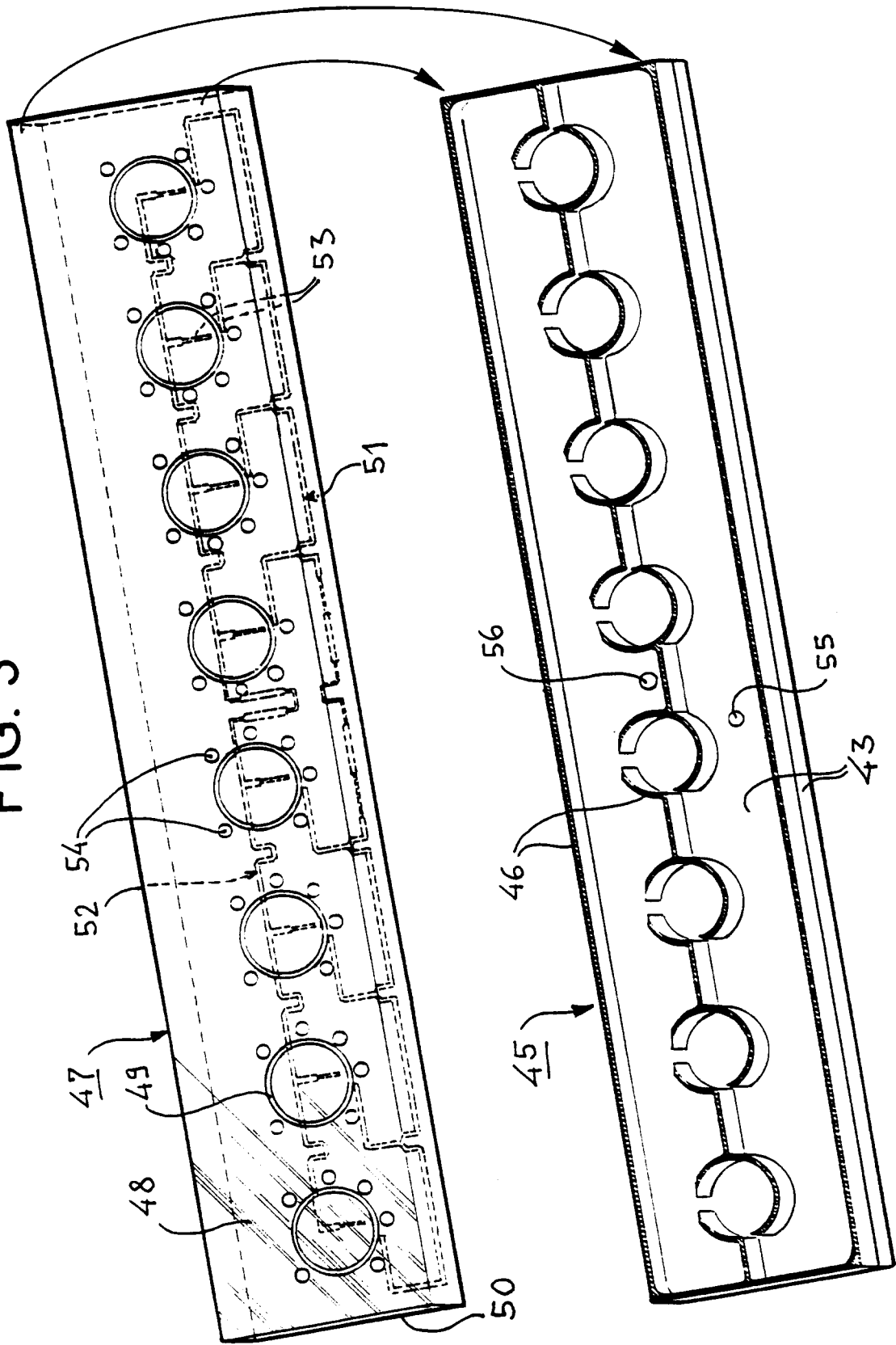


FIG. 3



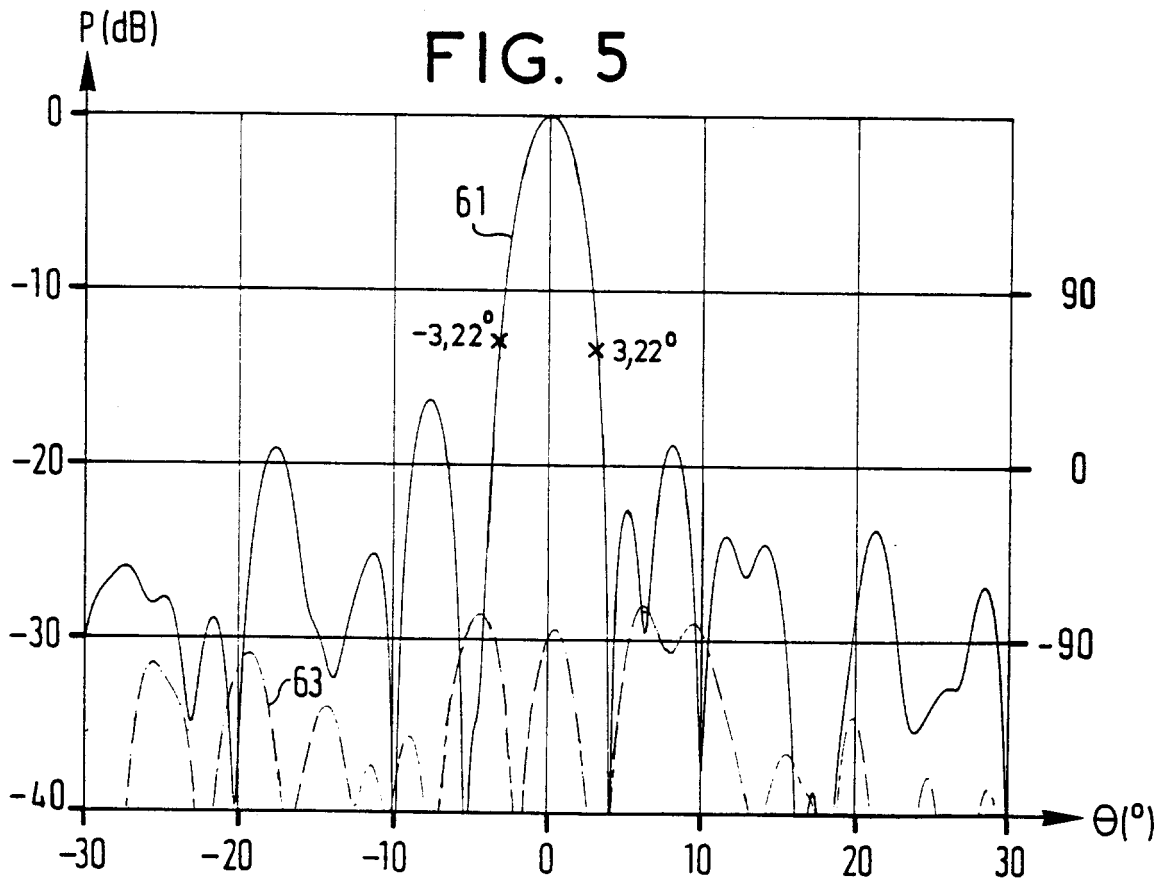
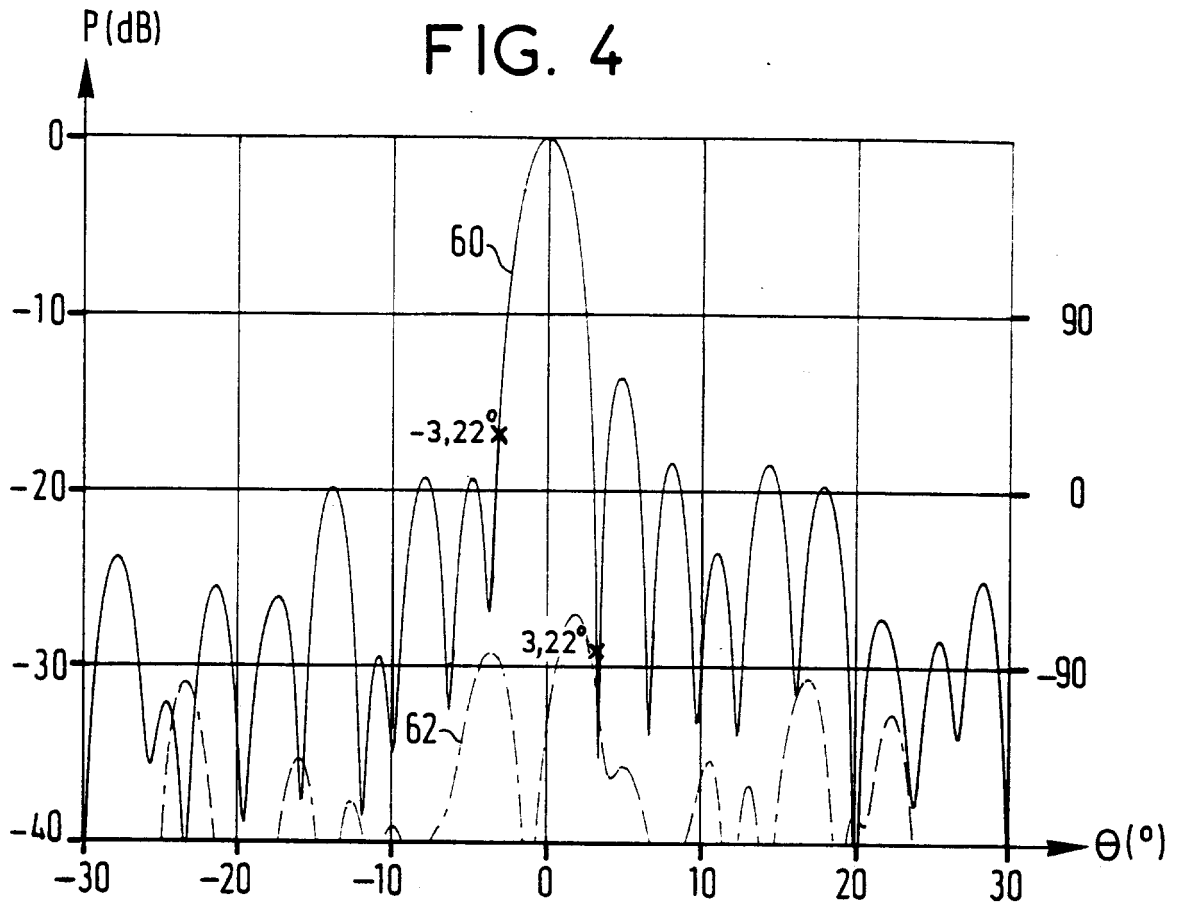


FIG. 6

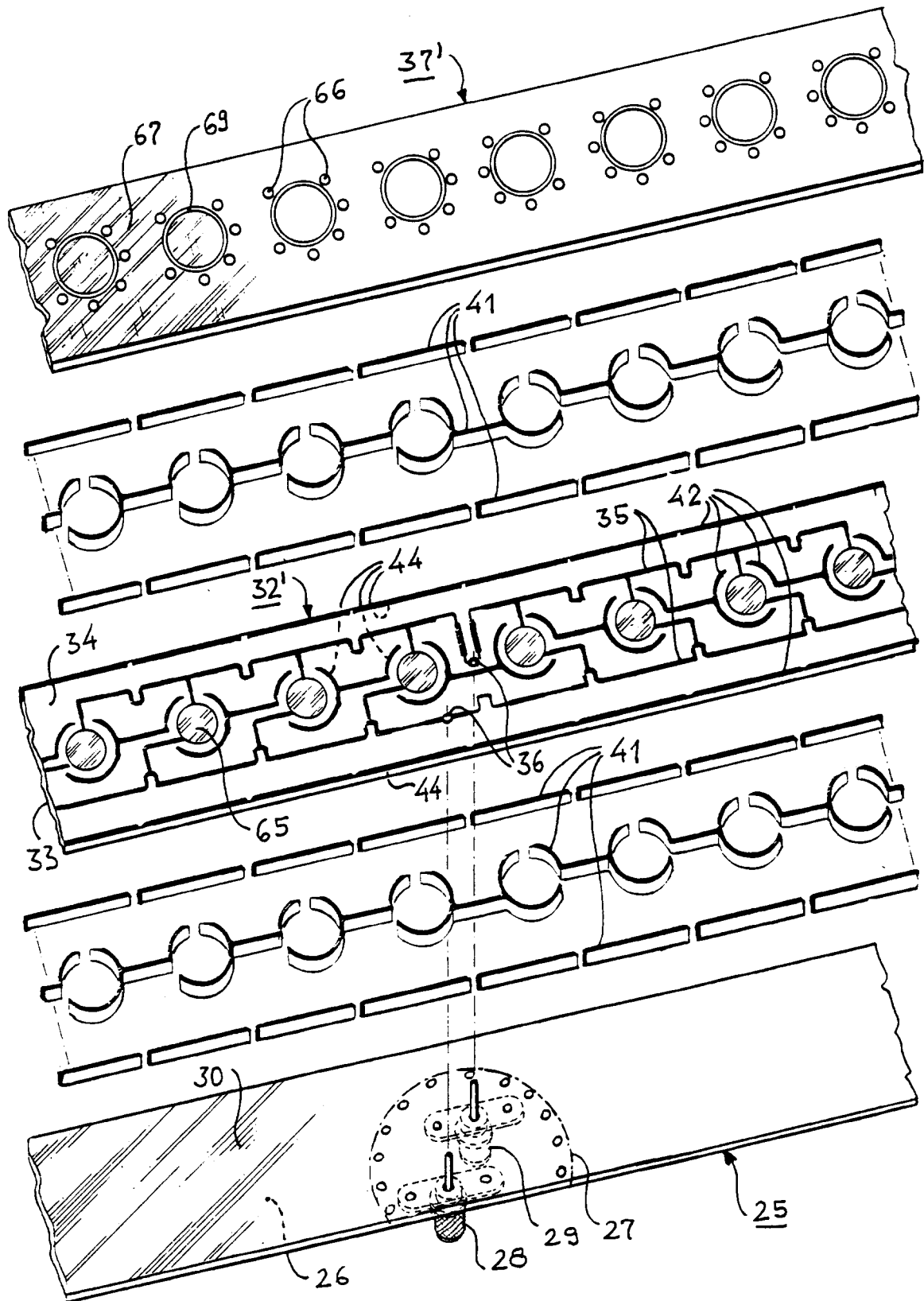


FIG. 7

